

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

**EXPRESS MAIL NO. EV351235459US**

Applicant : Masayoshi Shouno, et al.  
Application No. : N/A  
Filed : January 20, 2004  
Title : FM-CW RADAR APPARATUS

Grp./Div. : N/A  
Examiner : N/A

Docket No. : 51843/DBP/A400

**LETTER FORWARDING CERTIFIED  
PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

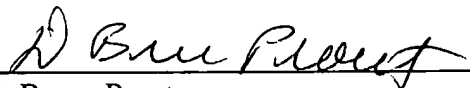
PostOffice Box 7068  
Pasadena, CA 91109-7068  
January 20, 2004

Commissioner:

Enclosed is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-012175, which was filed on January 21, 2003, the priority of which is claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,

CHRISTIE, PARKER & HALE, LLP

By 

D. Bruce Prout  
Reg. No. 20,958  
626/795-9900

DBP/aam  
Enclosure: Certified copy of patent application

AAM PAS546379.1-\*01/20/04 10:51 AM

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 1月21日

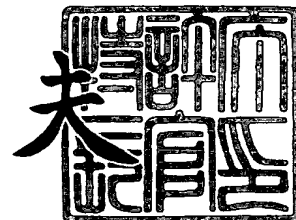
出願番号  
Application Number: 特願2003-012175  
[ST. 10/C]: [JP2003-012175]

出願人  
Applicant(s): 富士通テン株式会社

2003年10月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3089088

【書類名】 特許願

【整理番号】 1025183

【提出日】 平成15年 1月21日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G01S 13/04  
G01S 13/93

【発明の名称】 FM-CWレーダ装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号 富士通テ  
ン株式会社内

【氏名】 生野 雅義

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号 富士通テ  
ン株式会社内

【氏名】 一津屋 正樹

【特許出願人】

【識別番号】 000237592

【氏名又は名称】 富士通テン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108383

【弁理士】

【氏名又は名称】 下道 晶久

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814498

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 FM-CWレーダ装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信用アンテナとして進行波型アンテナを用い、該進行波型アンテナから送信される送信波の合成ビームパターンの角度を上下方向に変化させる手段を備えたFM-CWレーダ装置。

【請求項2】 前記送信波の合成ビームパターンの角度を上下方向に変化させる手段は、送信波の周波数を変化させる手段である、請求項1に記載のFM-CWレーダ装置。

【請求項3】 前記送信波の周波数を変化させる手段は、送信波を出力する電圧制御発振器に入力する変調電圧を変化させることにより周波数を変化させる、請求項2に記載のFM-CWレーダ装置。

【請求項4】 前記送信波の周波数を変化させる手段は、送信波を出力する電圧制御発振器に入力する変調電圧を切り替える手段を有し、該電圧を切り替えることにより送信波の周波数を上帯域と下帯域に切り替える、請求項2に記載のFM-CWレーダ装置。

【請求項5】 送信又は受信される電波の位相を制御してビームパターンの角度を上下方向に変化させる移相器を、送信アンテナ又は受信アンテナのいずれか一方に設けた、2アンテナ方式FM-CWレーダ装置。

【請求項6】 送信又は受信される電波の位相を制御してビームパターンの角度を上下方向に変化させる移相器を、送受信アンテナに設けた、1アンテナ方式FM-CWレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、連続波（CW）を周波数変調（FM）した送信信号を用いるFM-CWレーダ装置であって、オーバブリッジ、即ち、前方上方や路側に存在する橋や標識、看板等の静止物を検出できるFM-CWレーダ装置に関する。

【0002】

**【従来の技術】**

スキャン式レーダは一定の時間内に微小なステップ角度でレーダを左右に回転させてスキャンを行っている。そして、各ステップの角度において前方の車両に自車からビームを発射し、前方車両からの反射波を受信してこれを処理し、前方の車両の存在を検知し、さらに前方車両との距離や相対速度を検出している。

上記のように通常のレーダの場合はビームを横方向に振っているため、正確な高さ情報を得ることが困難である。そのため、オーバブリッジ、即ち、道路上方に位置する橋等の構造物の検知した場合、それがオーバブリッジなのか、又は前方の車両なのかを明確に判別できないことがある。

**【0003】**

オーバブリッジ検知方法として、反射されたレーダ信号に基いて生成されたピーク周波数のうち、所定値以上の周波数のピークの本数が所定値以上である場合に、オーバブリッジ候補であると判定する方法が開示されている（特許文献1）。

また、車幅方向と高さ方向の所定角度範囲にわたり送信波を照射し、その反射波に基いて反射体までの距離と車幅方向と高さ方向の2方向の角度を検出するレーダ装置が開示されている（特許文献2）。

**【0004】****【特許文献1】**

特開 2002-202365号公報

**【特許文献2】**

特開平 11-38141号公報

特開平 11-38142号公報

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明は、道路上の静止物、特にオーバブリッジを簡単に検知できるFM-CWレーダ装置を提供することである。

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

本発明FM-CWレーダ装置によれば、送信用アンテナとして進行波型アンテナを用い、進行波型アンテナから送信される送信波の合成ビームパターンの角度を上下方向に変化させる手段を備えており、これによって合成ビームパターンの角度を上方向に変化させ、オーバーブリッジを検知することができる。

送信波の合成ビームパターンの角度を上下方向に変化させる手段は、送信波の周波数を変化させる手段であり、送信波の周波数を変化させる手段は、送信波を出力する電圧制御発振器に入力する変調電圧を変化させることにより周波数を変化させる。また、送信波の周波数を変化させる手段は、送信波を出力する電圧制御発振器に入力する変調電圧を切り替える手段を有し、変調電圧を切り替えることにより送信波の周波数を上帯域と下帯域に切り替えて、ビームパターンの角度を上下方向に変化させる。

また、本発明によれば、送信又は受信される電波の位相を制御してビームパターンの角度を上下方向に変化させる移相器を、送信アンテナ又は受信アンテナのいずれか一方、又は送受信アンテナに設け、移相器を制御することにより、ビームパターンの角度を上方向に変化させ、オーバーブリッジを検知することができる。

#### 【0007】

##### 【発明の実施の形態】

本発明によるレーダ装置について説明する前に、FM-CWレーダの原理について説明する。

FM-CWレーダは、例えば三角波形状の周波数変調された連続の送信波を出力してターゲットである前方の車両との距離を求めている。即ち、レーダからの送信波が前方の車両で反射され、反射波の受信信号と送信信号をミキシングして得られるビート信号（レーダ信号）を得る。このビート信号を高速フーリエ変換して周波数分析を行う。周波数分析されたビート信号はターゲットに対してパワーが大きくなるピークが生じるが、このピークに対する周波数をピーク周波数と呼ぶ。ピーク周波数は距離に関する情報を有し、前方車両との相対速度によるドップラ効果のために、前記三角波形状のFM-CW波の上昇時と下降時とではこのピーク周波数は異なる。そして、この上昇時と下降時のピーク周波数から前方

の車両との距離及び相対速度が得られる。また、前方の車両が複数存在する場合は各車両に対して一対の上昇時と下降時のピーク周波数が生じる。この上昇時と下降時の一対のピーク周波数を形成することをペアリングという。

#### 【0008】

図1は、ターゲットとの相対速度が0である場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。送信波は三角波で図1の(a)の実線に示す様に周波数が増加する。送信波の送信中心周波数は $f_0$ 、FM変調幅は $\Delta f$ 、繰り返し周期は $T_m$ である。この送信波はターゲットで反射されてアンテナで受信され、図1の(a)の破線で示す受信波となる。ターゲットとの間の往復時間 $T$ は、ターゲットとの間の距離を $r$ とし、電波の伝播速度を $C$ とすると、 $T = 2r / C$ となる。

#### 【0009】

この受信波はレーダとターゲット間の距離に応じて、送信信号との周波数のずれ(ビート)を起こす。

ビート信号の周波数成分 $f_b$ は次の式で表すことができる。なお、 $f_r$ は距離周波数である。

$$f_b = f_r = (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r$$

#### 【0010】

一方、図2はターゲットとの相対速度が $v$ である場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。送信波は図2の(a)の実線に示す様に周波数が増加する。この送信波はターゲットで反射されてアンテナで受信され、図2の(a)の破線で示す受信波となる。この受信波はレーダとターゲット間の距離に応じて、送信信号との周波数のずれ(ビート)を起こす。この場合、ターゲットとの間に相対速度 $v$ を有するのでドップラーシフトとなり、ビート周波数成分 $f_b$ は次の式で表すことができる。なお、 $f_r$ は距離周波数、 $f_d$ は速度周波数である。

$$f_b = f_r \pm f_d = (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r \pm (2 \cdot f_0 / C) v$$

#### 【0011】

上記式において、各記号は以下を意味する。



$f_b$  : 送信ビート周波数  
 $f_r$  : 距離周波数  
 $f_d$  : 速度周波数  
 $f_0$  : 送信波の中心周波数  
 $\Delta f$  : FM変調幅  
 $T_m$  : 変調波の周期  
 $C$  : 光速 (電波の速度)  
 $T$  : 物体までの電波の往復時間  
 $r$  : 物体までの距離  
 $v$  : 物体との相対速度

### 【0012】

図3は、2アンテナ方式のFM-CWレーダの構成の例を示したものである。図に示す様に、電圧制御発振器 (VCO) 2 に変調信号発生器 (MOD) 1 から変調信号を加えてFM変調し、変調されたFM変調波は方向性結合器3を経由して送信アンテナ (AT) から外部に送信されると共に、送信信号の一部は方向性結合器3で分岐されミキサ4に加えられる。一方、物体から反射された反射信号は受信アンテナ (AR) を介して受信され、ミキサ4で電圧制御発振器 (VCO) 2 の出力信号とミキシングされてビート信号が生成される。このビート信号はフィルタ (F) 5 を介してA/D変換器 (A/D) 6 でA/D変換され、デジタル信号処理部 (DSP) 7 で高速フーリエ変換等により信号処理がされて距離および相対速度が求められる。

### 【0013】

図4は、1アンテナ方式のFM-CWレーダの構成の例を示したものである。図に示す様に、電圧制御発振器 (VCO) 2 に変調信号発生器 (MOD) 1 から変調信号を加えてFM変調し、変調されたFM変調波は方向性結合器3を経由して送受信アンテナ (ATR) から外部に送信されると共に、送信信号の一部は方向性結合器3で分岐され第1のミキサ4-1に加えられる。一方、物体から反射された反射信号は送受信アンテナ (ATR) を介して受信される。SW8は送受信切替スイッチであり、発振器で構成される送受信切替信号発生器 (OSC) 9

からの信号により送受信を切り替える。受信された信号は第1のミキサ4-1で電圧制御発振器(VCO)2の出力信号とミキシングされてIF信号が生成される。このIF信号は第2のミキサ4-2で、OSC9からの信号と混合されてダウンコンバートされ、ビート信号が生成される。このビート信号はフィルタ(F)5を介してA/D変換器(A/D)6でA/D変換され、デジタル信号処理部(DSP)7で高速フーリエ変換等により信号処理がされて距離および相対速度が求められる。

#### 【0014】

図5は、レーダによりオーバブリッジを検知する従来の方法を示したものである。図5において、(a)はレーダビームの通常のビームパターン(BP)であり、レーダセンサヘッド(RSH)から水平方向にビームパターンが形成される。(b)に示すようにRSHを上へ傾けると斜め上方向にビームパターンが形成され、オーバブリッジを検知することができる。

#### 【0015】

図6は、レーダによりオーバブリッジを検知する従来の別の方法を示したものである。この方法によれば、図6に示すように、レーダセンサヘッド(RSH)を上へ傾けるのではなく、アンテナを上へ傾けて斜め上方向にビームパターンを形成し、オーバブリッジを検知するものである。

#### 【0016】

##### 〔実施例1〕

図7は、本発明レーダ装置によるレーダビームパターンの形成方法を示したものである。図に示されているように、本発明レーダ装置によれば、レーダセンサヘッド及びアンテナを傾けることなく、ビームパターンを斜め上方向に形成できる。なお、本発明の場合、ビームパターンの角度を上方向だけでなく上下方向に変化させることができる。

#### 【0017】

図8は、本発明に用いる進行波型アンテナの構成を示したものである。本発明レーダ装置によれば、このアンテナを、例えば図3又は図4に示されたFM-CWレーダ装置の送信用アンテナとして用い、このアンテナから送信される合成ビ

ームパターン (BP) のチルト角  $\theta$  を変化させることにより、レーダセンサヘッドの取付角度やアンテナの角度を変化させずに、レーダビームパターンの上下方向の角度を変化させることができる。

#### 【0018】

図8に示されたアンテナの場合、給電点は3か所あり物理的光路差を  $L$  とする。合成ビームパターンのチルト角  $\theta$  は電氣的位相によって変化する。アンテナから送信される送信波の波長を  $\lambda_g$  とすると、電氣的位相は  $L/\lambda_g$  となり、従って、チルト角  $\theta$  は送信波の波長、即ち、送信波の周波数を変えることにより変化させることができる。

#### 【0019】

図9は、図8に示したアンテナをレーダ装置に取り付けた場合と同じ配置で描いたものである。図9に示されているように、チルト角  $\theta$  を変化させることにより、アンテナから送信される合成ビームパターンの角度を上下に変化させることができる。

#### 【0020】

先に述べたように、チルト角  $\theta$  は送信波の周波数を変えることにより変化させることができる。図10は、図3及び図4において、変調信号発生器 (MOD) 1の変調電圧  $V_{mod}$  と電圧制御発振器 (VCO) 2から出力されるFM変調波の周波数  $f$  との関係を示した図である。(a)に示すように、MOD1の変調電圧  $V_{mod}$  が比較的低い電圧  $V_1$  の場合、VCO2から出力されるFM変調波の周波数  $f_1$  も低くなる。

#### 【0021】

一方、(b)に示すように、MOD1の変調電圧  $V_{mod}$  が比較的高い電圧  $V_2$  の場合、VCO2から出力されるFM変調波の周波数  $f_2$  も高くなる。

(c)は上記の関係を表したものである。MOD1の変調電圧  $V_{mod}$  が  $V_1$  から  $V_2$  に変化し高くなると、VCO2から出力されるFM変調波の周波数  $f_1$  も  $f_2$  に変化して高くなる。

上記のように、MOD1の出力電圧  $V_{mod}$  を変化させることにより、FM変調波の周波数を帯域内の上方域と下方域の間で切り替え、合成ビームパターンの角

度を上下方向に切り替えることができる。

#### 【0022】

図11は、FM変調波の周波数 $f$ とチルト角 $\theta$ との関係を表したものである。

(a)に示すように、FM変調波の周波数が $f_1$ から $f_2$ に変化し高くなると、チルト角 $\theta$ も $\theta_1$ から $\theta_2$ に変化して高くなる。(b)はチルト角が $\theta_1$ から $\theta_2$ に変化したときの合成ビームパターンの変化の様子を示したものである。

図11(b)に示すように、レーダセンサヘッドの取付角度やアンテナの角度を変化させずに、レーダビームパターンの角度を上下方向に変化させることができる。

#### 【0023】

##### 〔実施例2〕

図12は、本発明による2アンテナ方式のFM-CWレーダの構成の例を示したものである。図3に示した構成と異なるのは、受信アンテナARとミキサ4の間に移相器10を設けた点である。なお、移相器は送信アンテナATと方向性結合器3の間に設けてもよい。

図12に示された2アンテナ方式のレーダ装置において、送信又は受信のどちらか一方に移相器PSを設け、移相器によって送信又は受信される電波の位相を制御することによって、アンテナを固定したままビームパターンの角度を上下方向に変化させることができる。本発明によれば、アンテナを固定したままビームパターンの角度を上方向に変化させれば、オーバーブリッジを検知することができる。

#### 【0024】

図13は、本発明による1アンテナ方式のFM-CWレーダの構成の例を示したものである。図4に示した構成と異なるのは、送受信アンテナATRと送受信切替スイッチの間に移相器10を設けた点である。

図13に示された1アンテナ方式のレーダ装置においても、送受信アンテナATRに移相器PSを設けることによって、アンテナを固定したままビームパターンの角度を上下方向に変化させることができ、アンテナを固定したままビームパターンの角度を上方向に変化させれば、オーバーブリッジを検知することができ

る。

## 【0025】

### 【発明の効果】

上記のように、本発明によれば、ビームパターンの角度を上方向に変化させることができるので、レーダセンサヘッドやアンテナを上方向に向けることなく固定したままの状態でも、オーバーブリッジを検出することができる。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

ターゲットとの相対速度が0である場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。

#### 【図2】

ターゲットとの相対速度が $v$ である場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。

#### 【図3】

2アンテナ方式FM-CWレーダの構成の例を示した図である。

#### 【図4】

1アンテナ方式FM-CWレーダの構成の例を示した図である。

#### 【図5】

レーダによりオーバーブリッジを検知する従来の方法を示した図である。

#### 【図6】

レーダによりオーバーブリッジを検知する従来別の方法を示した図である。

#### 【図7】

本発明によるレーダビームパターンの形成方法を示した図である。

#### 【図8】

本発明に用いる進行波型送信アンテナの構成を示した図である。

#### 【図9】

図8に示したアンテナをレーダ装置に取り付けた場合と同じ配置で描いた図である。

#### 【図10】

図3及び図4において、変調信号発生器(MOD) 1から出力される変調電圧  $V_{\text{mod}}$  と電圧制御発振器(VCO) 2から出力されるFM変調波の周波数  $f$  との関係を示した図である。

【図11】

FM変調波の周波数  $f$  とチルト角  $\theta$  との関係を表した図である。

【図12】

本発明によるレーダ装置の実施例を示した図である。

【図13】

本発明によるレーダ装置の実施例を示した図である。

【符号の説明】

MOD…変調信号発生器

VCO…電圧制御発信器

AT…送信アンテナ

AR…受信アンテナ

ATR…送受信アンテナ

4…ミキサ

5…フィルタ

6…A/D変換器

7…デジタル信号処理部

8…切替スイッチ

9…送受信切替信号発生器

10…移相器

RSH…レーダセンサヘッド

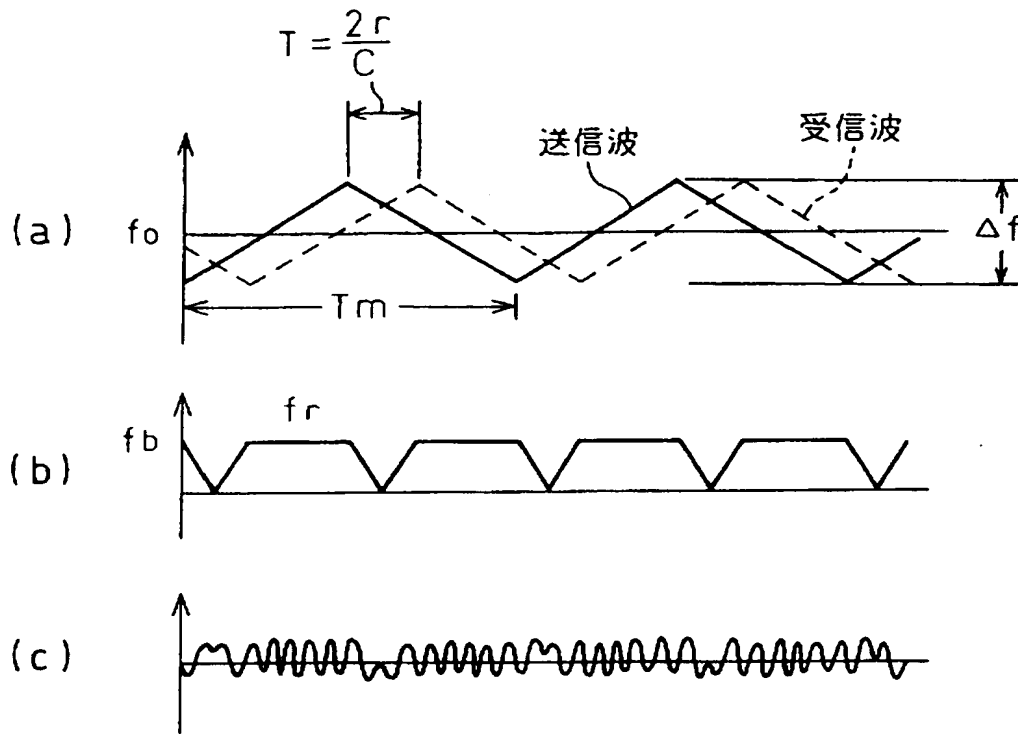
Ant…アンテナ

【書類名】

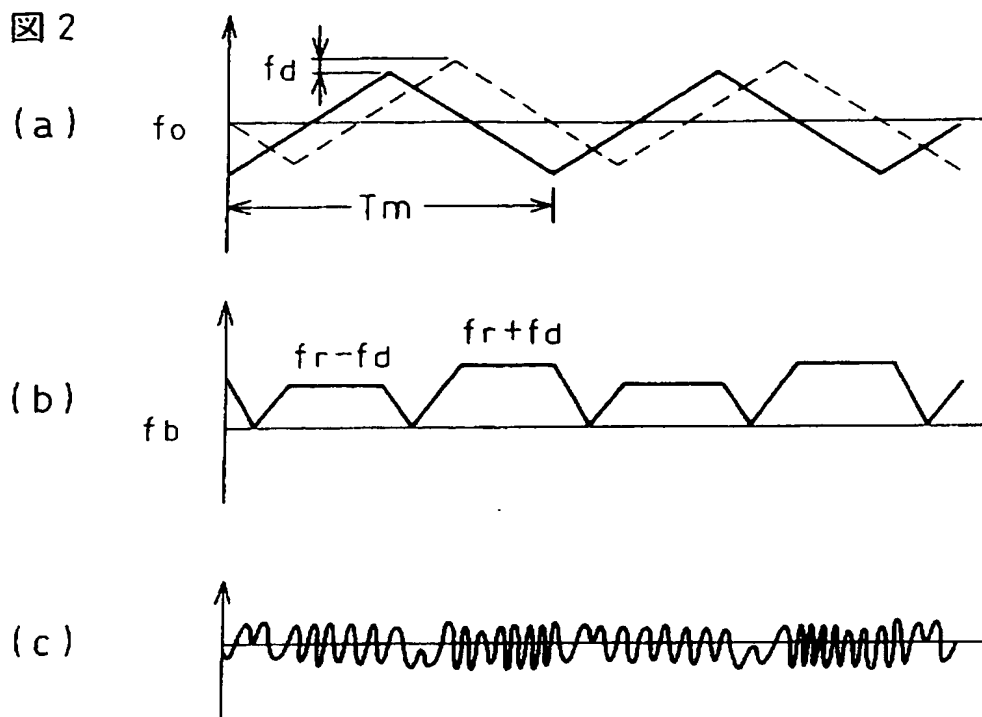
図面

【図 1】

図 1

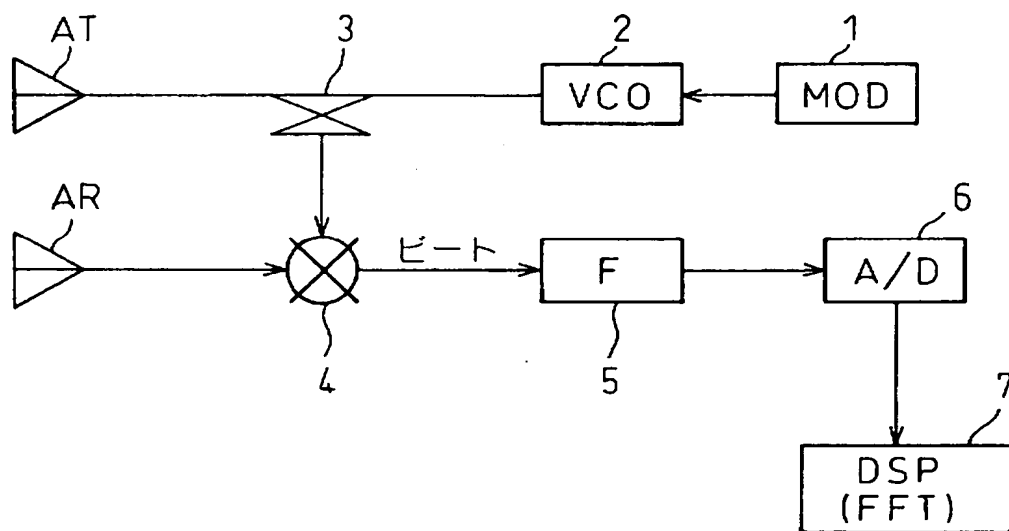


【図2】



【図3】

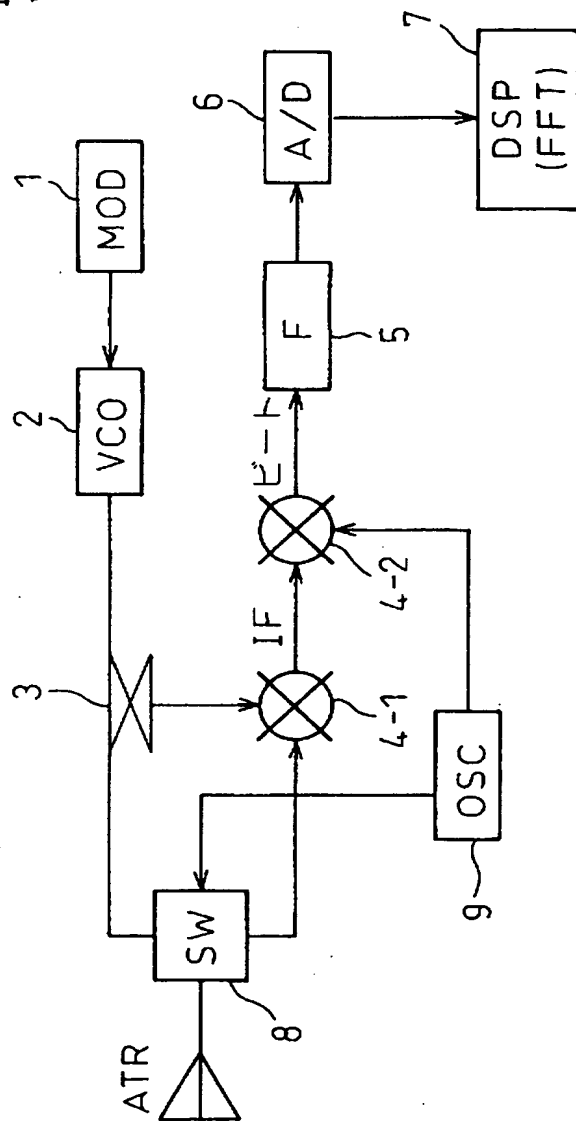
図3





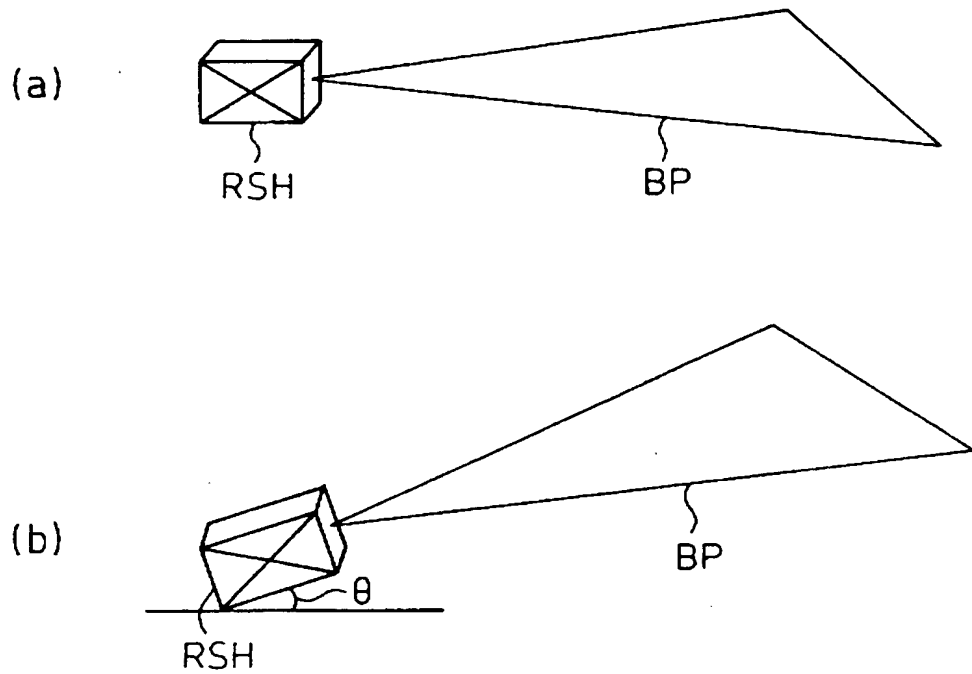
【図 4】

図 4



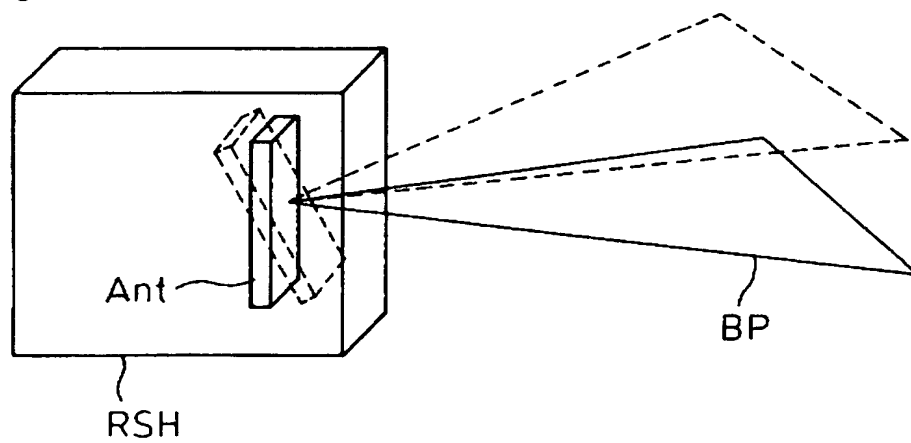
【図 5】

図 5



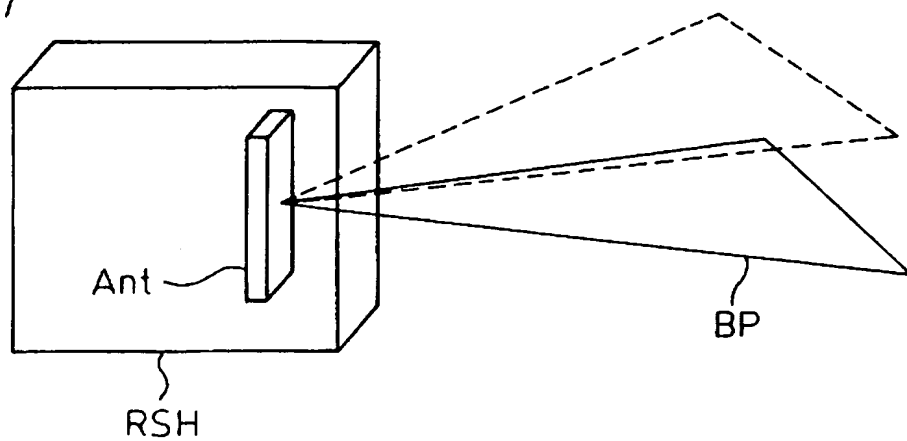
【図 6】

図 6



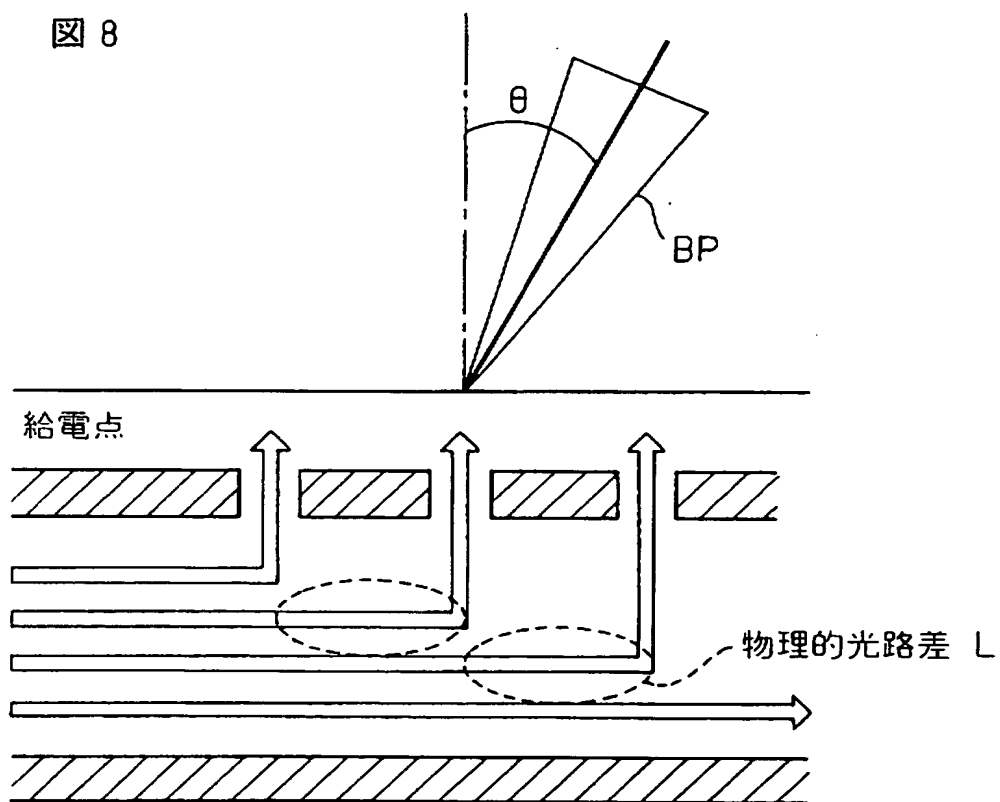
【図 7】

図 7



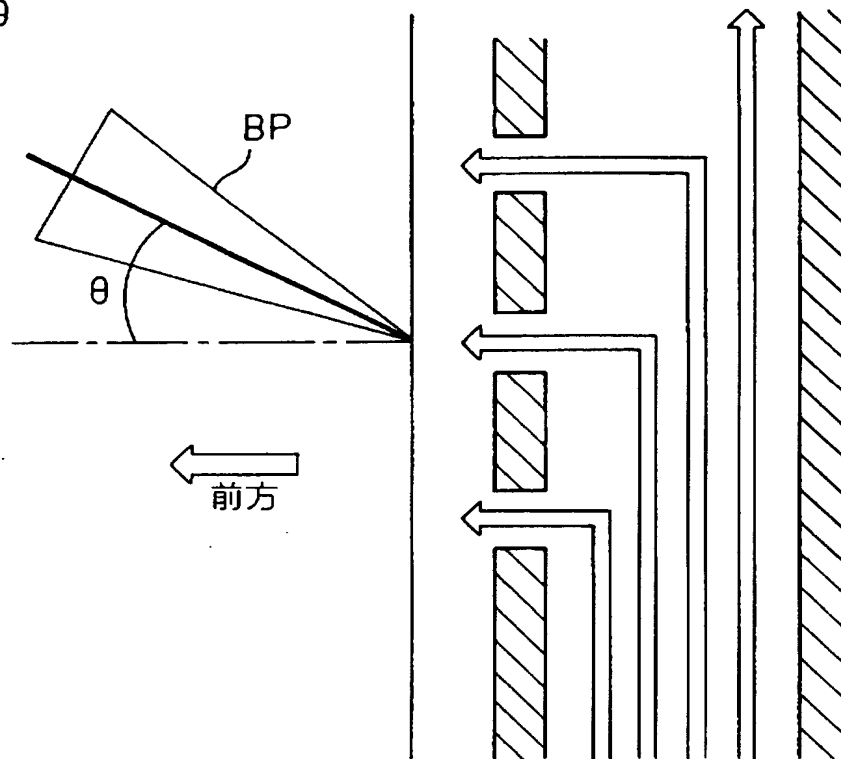
【図 8】

図 8



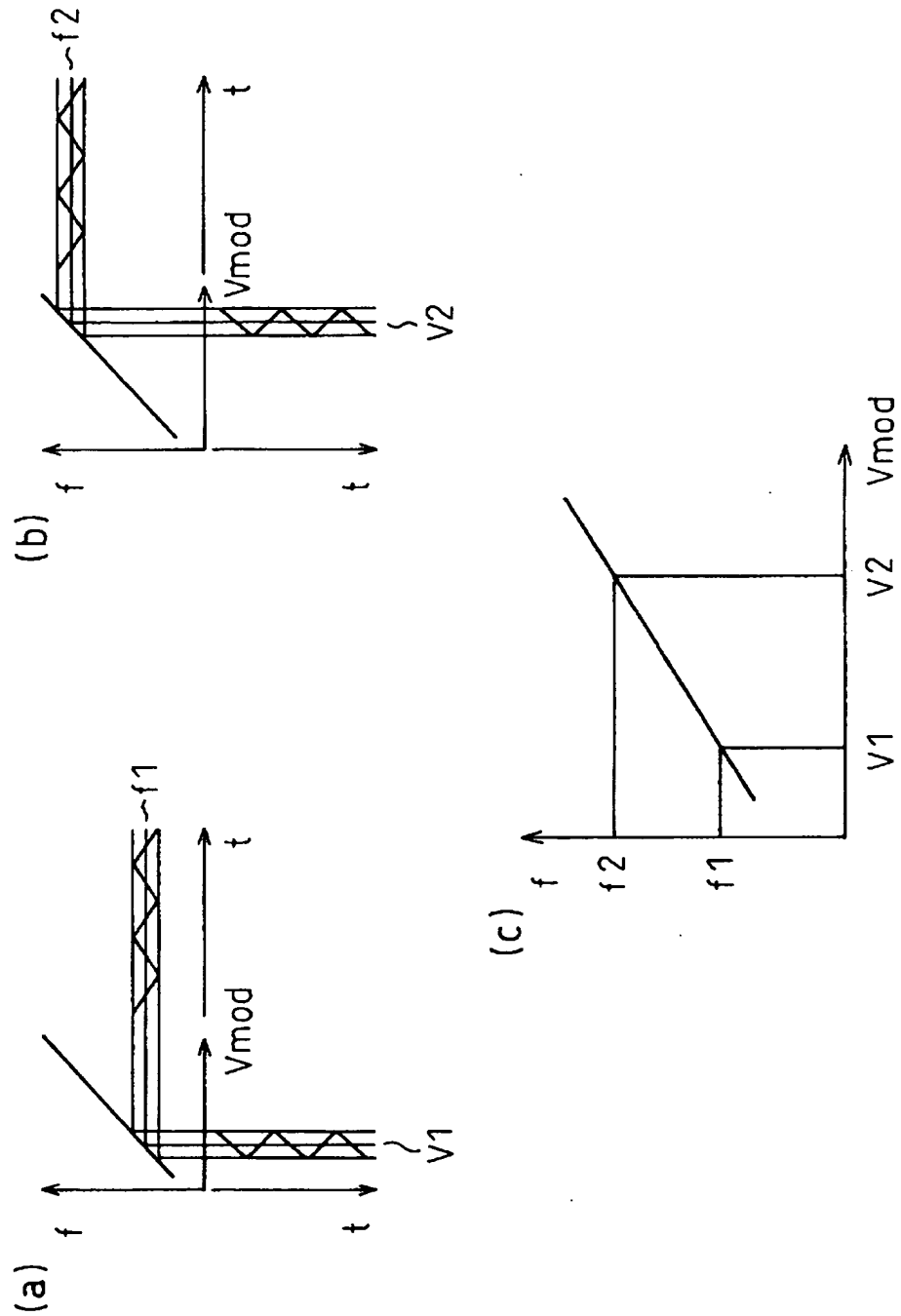
【図 9】

図 9



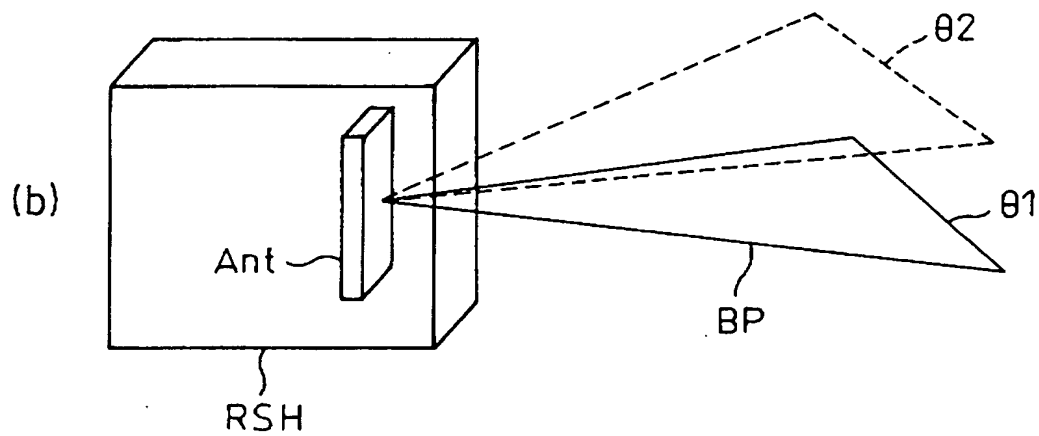
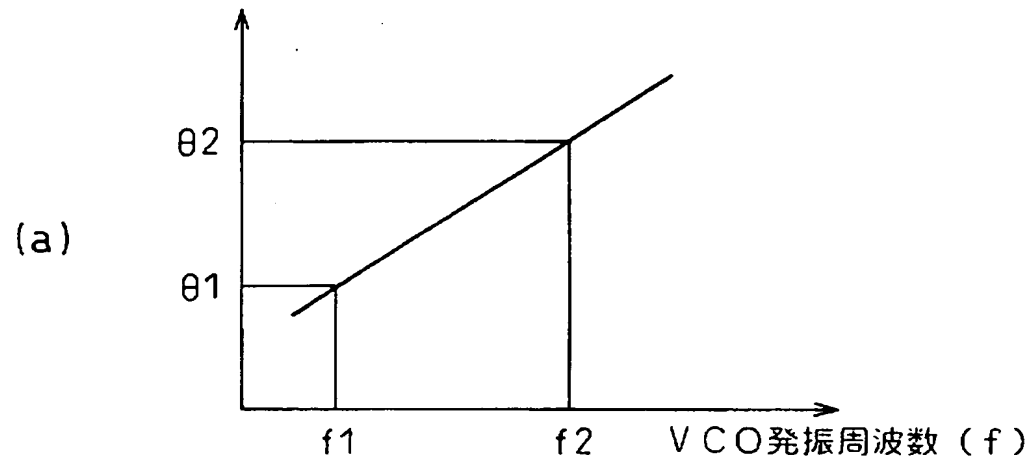
【図 10】

図 10



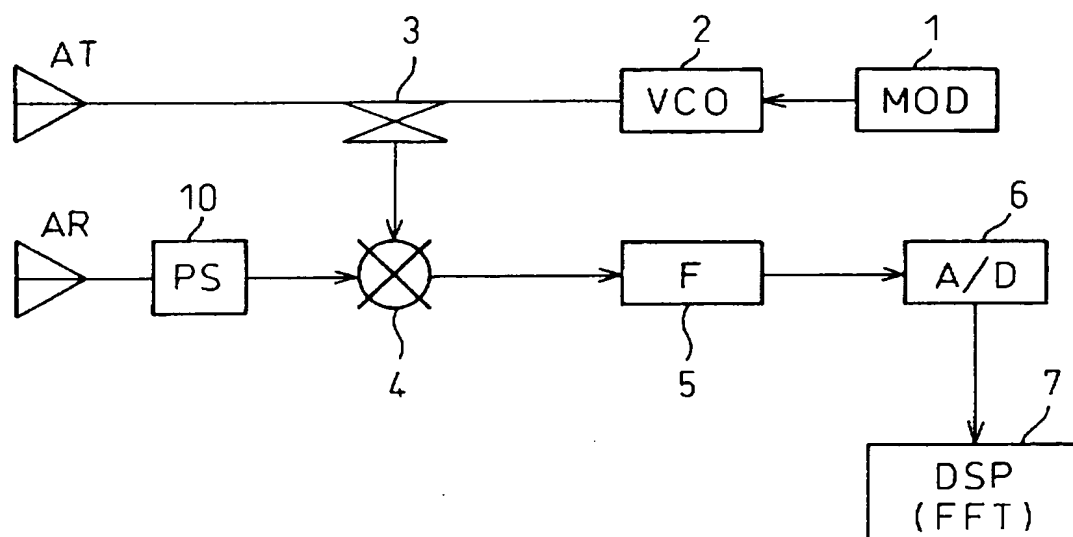
【図11】

図11



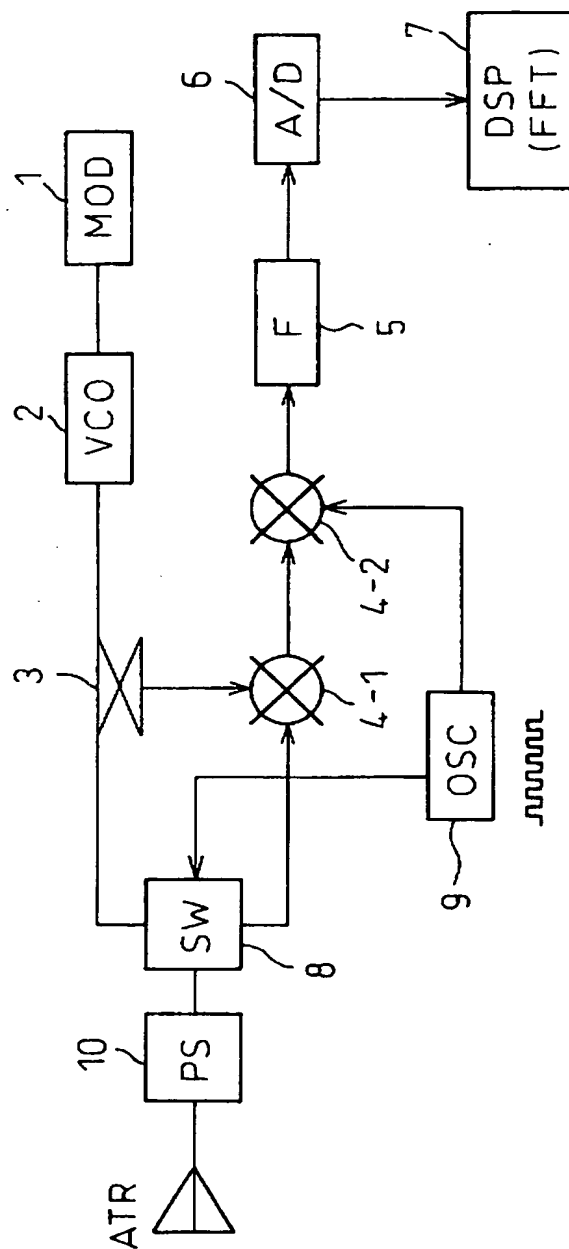
【図12】

図12



【図 13】

図 13





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 道路上の静止物、特にオーバブリッジを簡単に検知できるFM-CWレーダ装置を提供する。

【解決手段】 送信用アンテナとして進行波型アンテナを用い、進行波型アンテナから送信される送信波の合成ビームパターンの角度を上下方向に変化させる手段を備え、これによって合成ビームパターンの角度を上方向に変化させ、オーバブリッジを検知する。また、送信又は受信される電波の位相を制御してビームパターンの角度を上下方向に変化させる移相器を、送信アンテナ又は受信アンテナのいずれか一方、又は送受信アンテナに設け、移相器を制御することにより、ビームパターンの角度を上方向に変化させ、オーバブリッジを検知する。

【選択図】 図8

特願 2 0 0 3 - 0 1 2 1 7 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 7 5 9 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号

氏 名

富士通テン株式会社